

**8. Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische und
Technische Traumbiomechanik**

Aktive Sicherheit für Motorräder

Grundlagen



Was ist aktive Sicherheit?

→ Systeme, die den Unfall vermeiden sollen

Aktive Sicherheit im Pkw

- seit vielen Jahren im Einsatz (z.B. ABS, ESP, Notbremsassistent)
- stetige Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen
- nach GDV/UDV [1] positiver Einfluss auf Unfallgeschehen

→ Kann das Potential aktiver Assistenz auf den Anwendungsfall Motorrad übertragen werden?

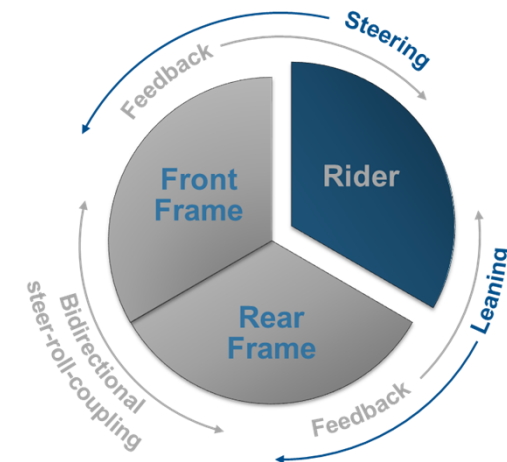
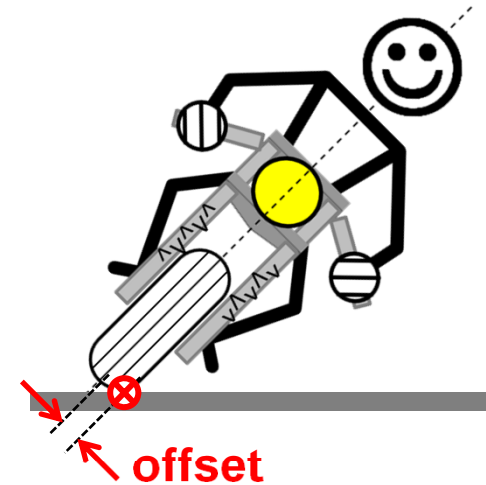
Herausforderung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Motorradspezifische Besonderheiten

- Motorrad als Einspurfahrzeug
 - Instabiles Verhalten
 - Fahrdynamik des Einspurfahrzeugs/
Systemverhalten unter Rollwinkel
(Bremslenkmoment, Lenk-Roll-
Kopplung)
 - Umfeld erfassung:
Sensorik bei Schräglage?

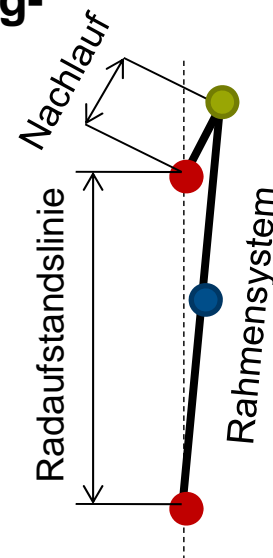
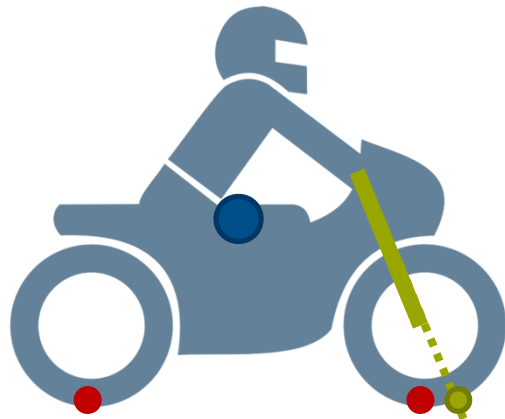




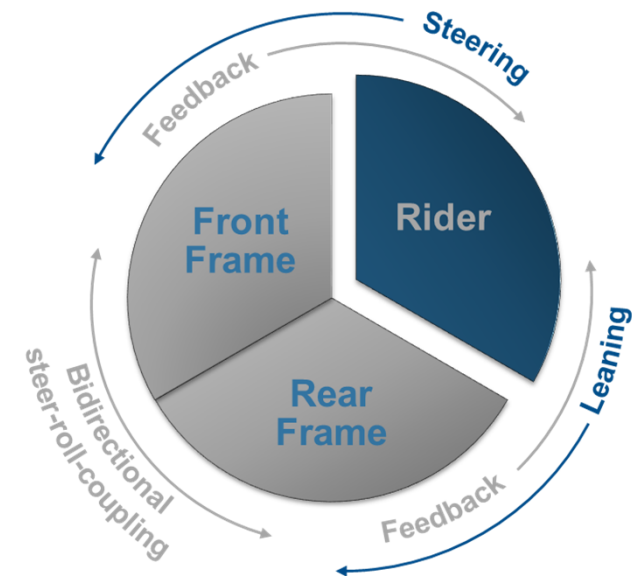
Herausforderung

Motorradspezifische Besonderheiten

- der Fahrer als integraler Bestandteil des Gesamtsystems
- bis zu 1/3 der Gesamtsystemmasse
- Stabilisierung insb. im Niedriggeschwindigkeitsbereich



→ Destabilisierung durch fehlerhafte Eingriffe



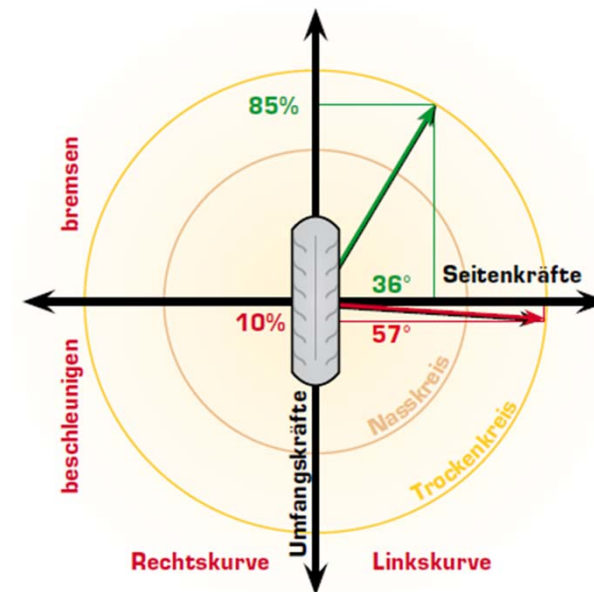
Stand der Technik im Motorrad



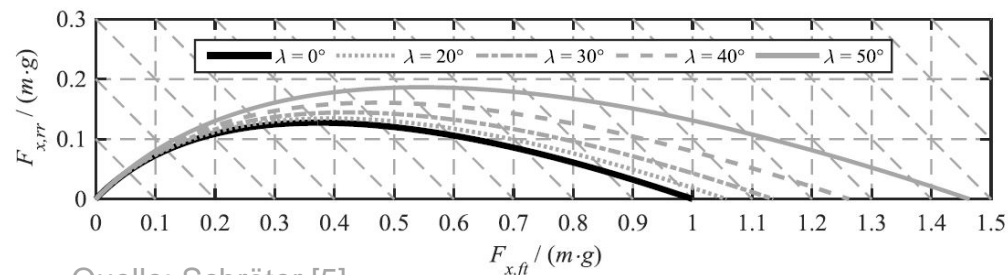
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Kurvenbremssysteme (Kurven-ABS)

- Reduzierung des Längskraftpotenzials durch Querkraft
- Bestimmung der Referenzgeschwindigkeit: Reifendurchmesser ändert sich!
- Ideale Bremskraftverteilung ist Rollwinkelabhängig!
- Bremslenkmoment muss durch den Fahrer ausgeglichen werden



Quelle: DVR [4]



Quelle: Schröter [5]

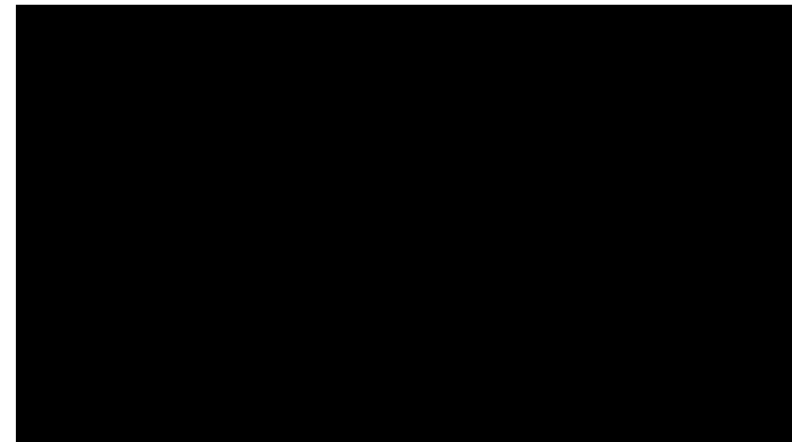
Stand der Technik im Motorrad

Honda Riding Assist & Yamaha Motobot

- **Aktive Eingriffskonzepte an Fahrwerk und Lenkung umsetzbar!**



<https://www.youtube.com/watch?v=ZVFCwlrFYHY>



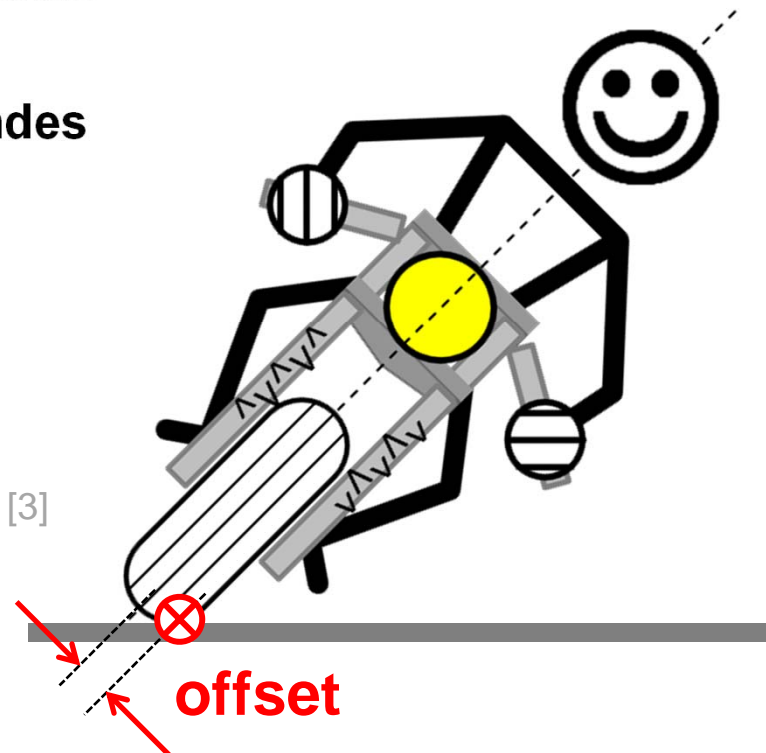
<https://www.youtube.com/watch?v=VH60-R8MOKo>

Stand der Technik am Motorrad

Bremslenkmomentverhinderer

- Radaufstandspunkt unter Rollwinkel:
Querversatz zur Lenkachse
- Bremskraft verursacht eindrehendes
Moment um die Lenkachse
- Aufstellen des Fahrzeugs
- Verlassen der gewünschten
Trajektorie

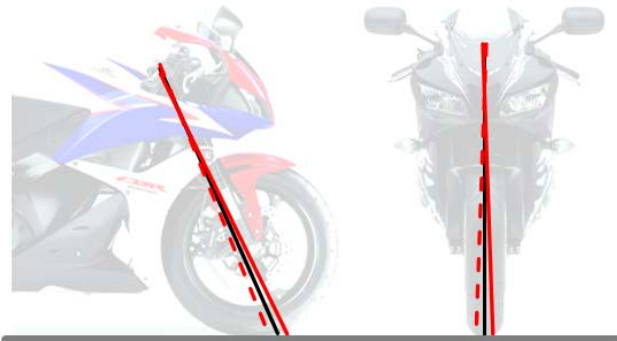
Quelle: Schröter et al. [3]



Stand der Technik am Motorrad

Bremslenkmomentverhinderer

- Verschieben der Lenkachse durch den Radaufstandspunkt



Quelle: Schröter et al. [3]

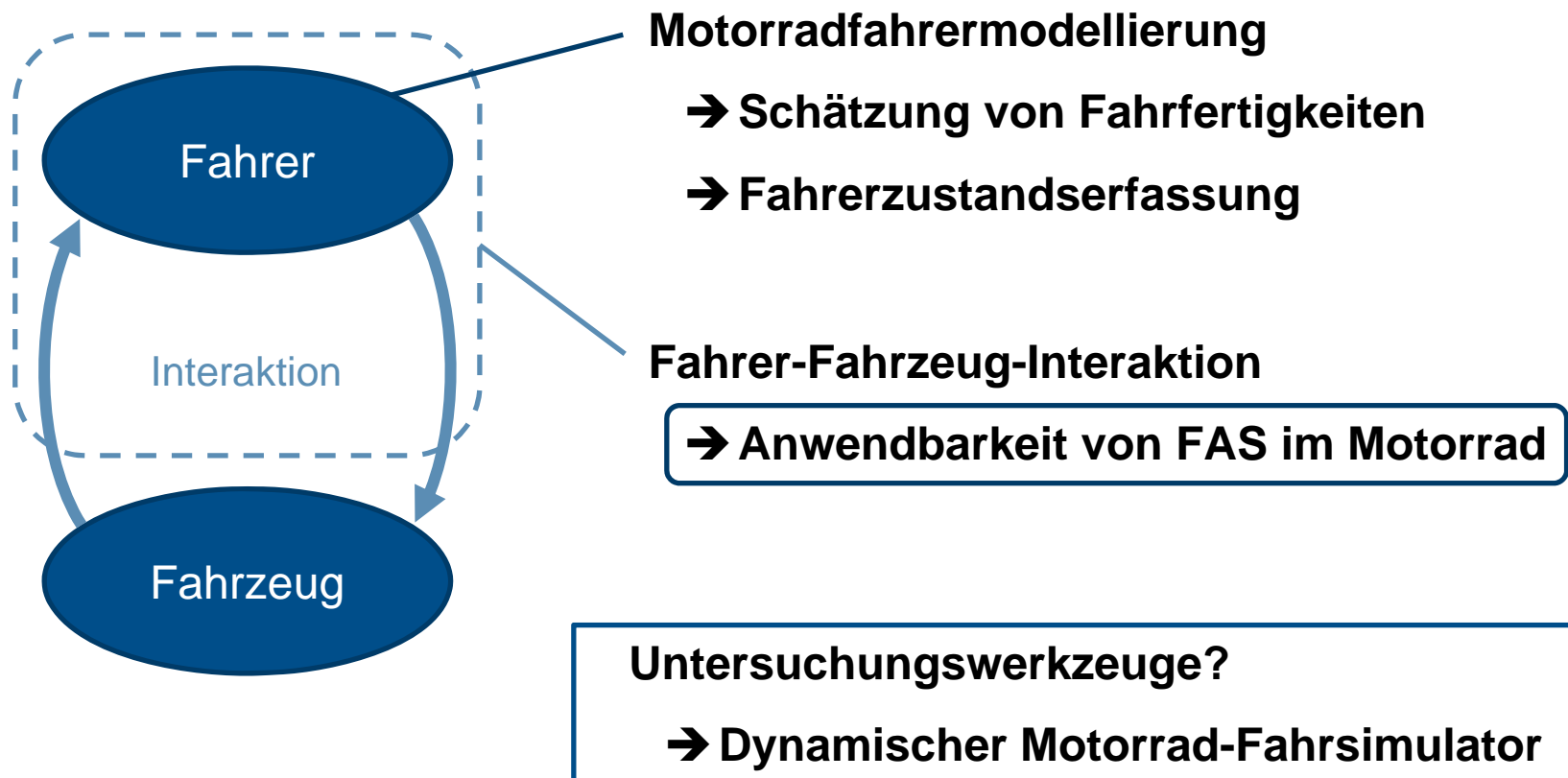
Platzbedarf



Forschungsthemen



Übersicht



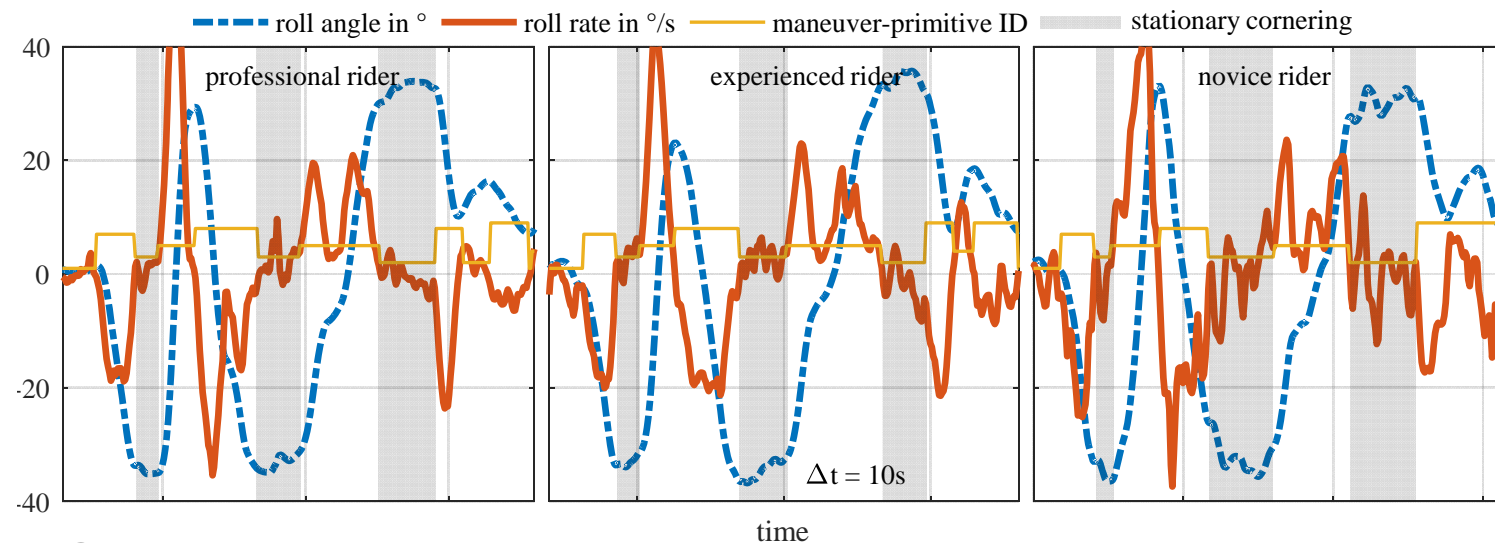
Schätzung von Fahrerfertigkeiten (1)

Warum die Fahrerfertigkeiten analysieren?

- Adaptive Feedback: Training, kritischen Fahrstil erkennen
- Adaptive Assistenzsysteme

Indikator für Fahrerfertigkeiten

- Rollwinkel?
- Rollrate!



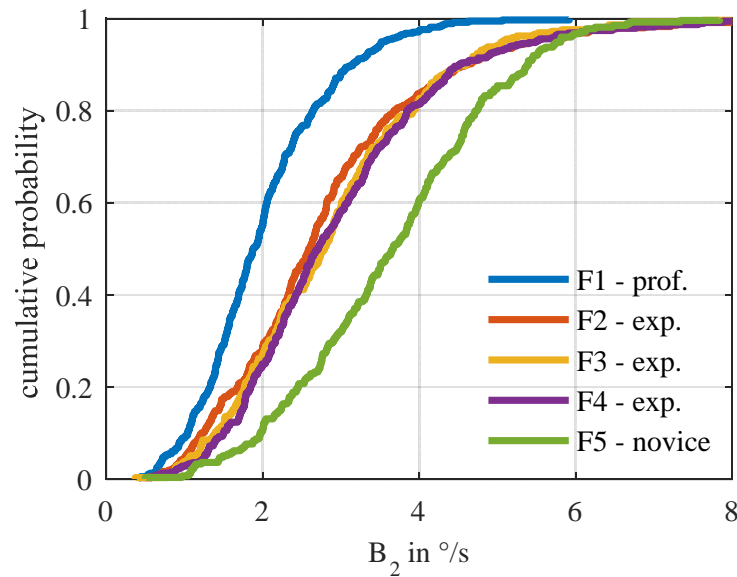
Quelle: Magiera et al. [2]

Schätzung von Fahrerfertigkeiten (1)

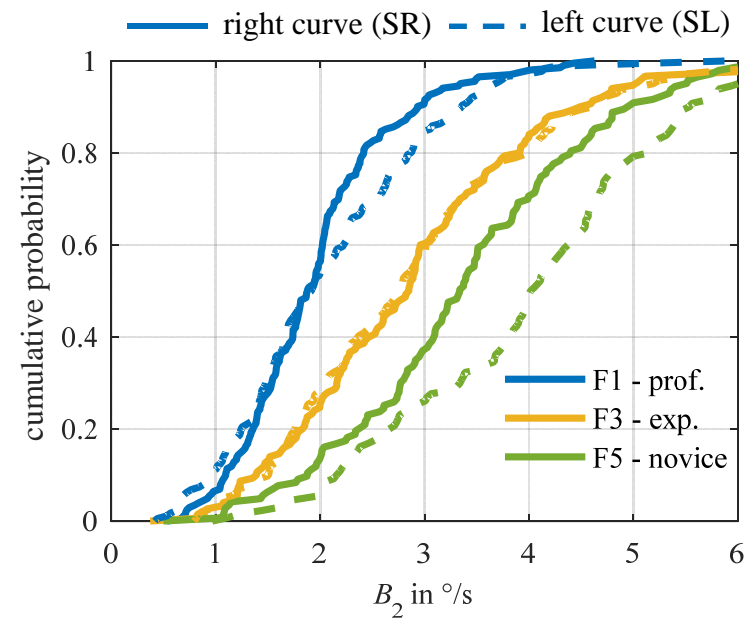


Kumulierte Verteilung der Rollratenschwankung in stationärer Kurvenfahrt

Kombinierter Score:



Rechtskurve vs. Linkskurve:



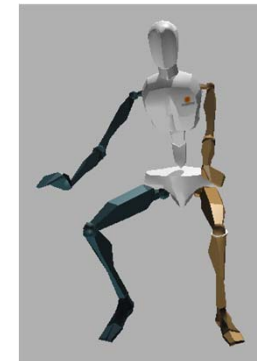
Fahrerzustandserfassung (2)

Identifikation Blick-/Bewegungsverhalten

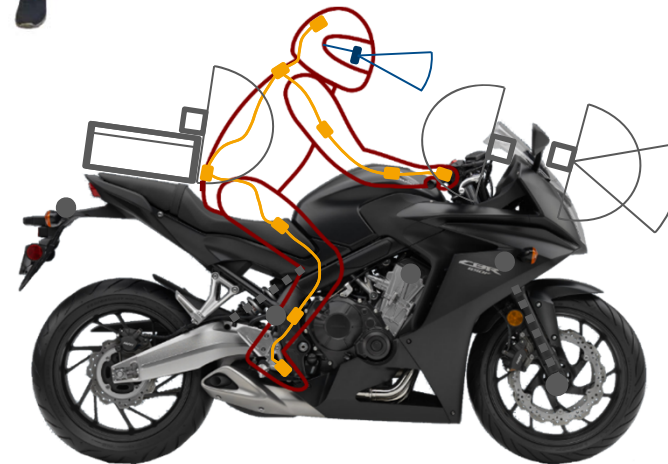
- Anspannung
- Objekterkennung

Messwerkzeuge

- Eye-Tracking, Motion-Suit, 360°-Kameras
- Messmotorrad
 - Fahrdaten: Inertialmesseinheit, Federwege, Raddrehzahlen, GPS
 - Fahrereingaben: Motordrehzahl, Lenkwinkel



Quelle: Xsens

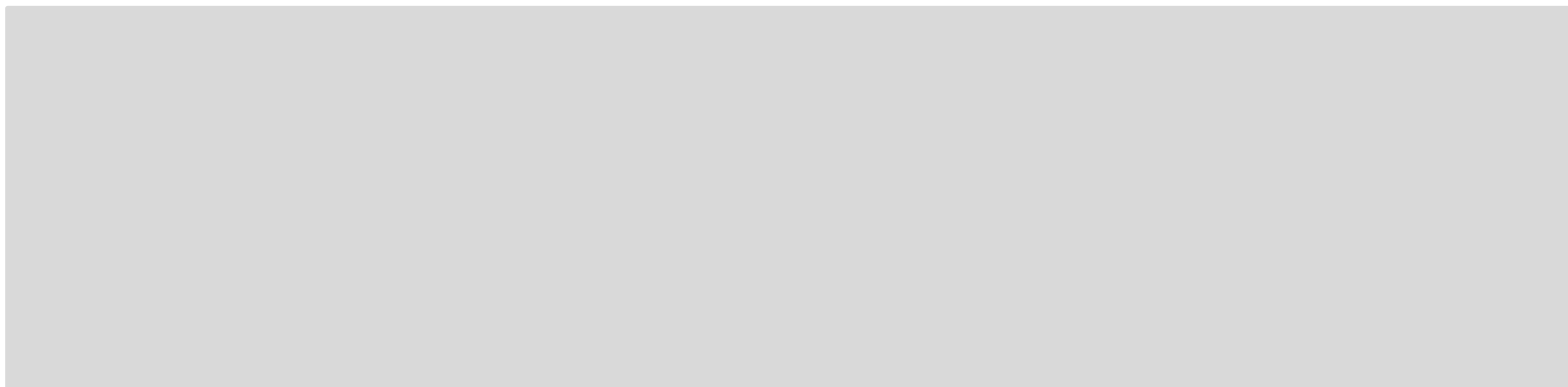


Anwendbarkeit von FAS im Motorrad (3)



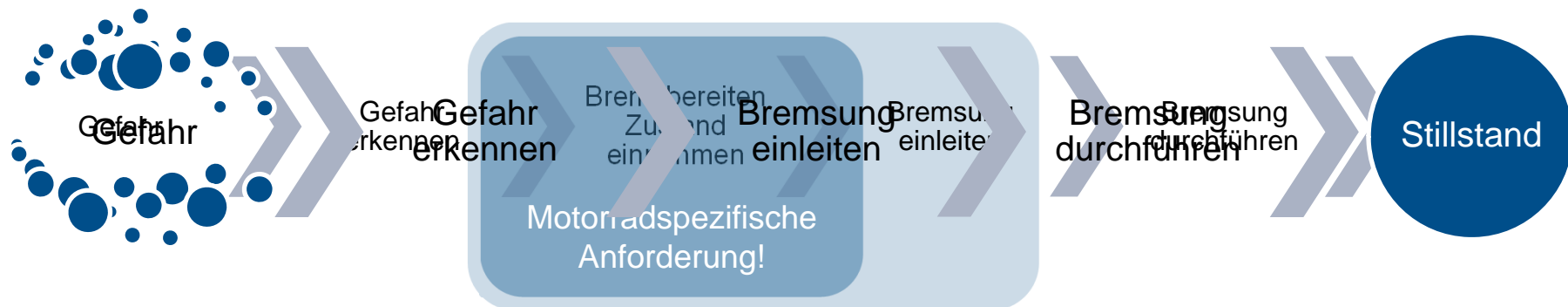
Beispiel: Automatisches Notbremssystem

- **Ziel: Verringerung der Geschwindigkeit des Motorrads vor der Kollision/ Verhindern der Kollision**
- **Eine Notbremsung bei maximaler Verzögerung erfordert**
 - **Konzentration, Aufmerksamkeit, Körperspannung, Situationsverständnis**
- **Dieser Fahrerzustand kann nicht immer sichergestellt werden**
 - **Ablenkung durch Systeme & Umgebung, ein-/freihändiges Fahren**





Anwendbarkeit von FAS im Motorrad (3)



Übergang in einen Bremsbereiten Zustand nötig

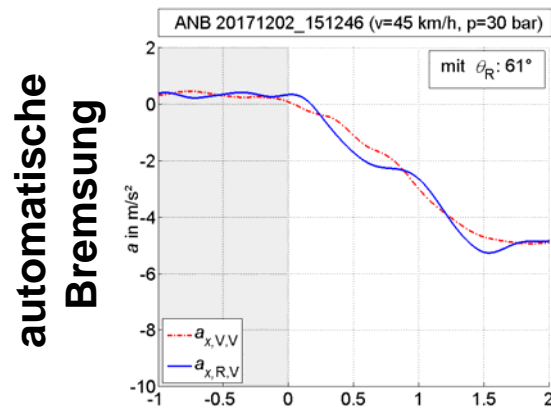
- Kürzere Dauer → Maximalverzögerung früher möglich
- Autonomer Bremsengriff → Verzögerung bereits während des Übergangs

→ Verkürzung des Übergangs

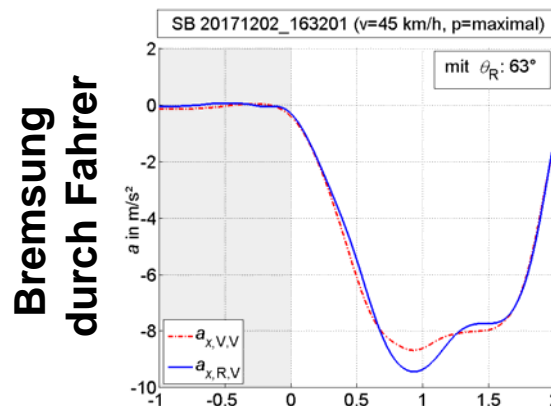
- Wie schnell kann ein Aufsasse in einen Bremsbereiten Zustand überführt werden?

Anwendbarkeit von FAS im Motorrad (3)

Fahrerreaktion bei Bremsung



- Differenz Fahrzeugverzögerung vs. Fahrerverzögerung
 - ➔ Verzug in der Fahrerverzögerung bei automatischen Bremsungen
- Welche Verzögerungen können dem unvorbereiteten Fahrer zugemutet werden?
- Wie schnell ist der Fahrer bremsbereit?



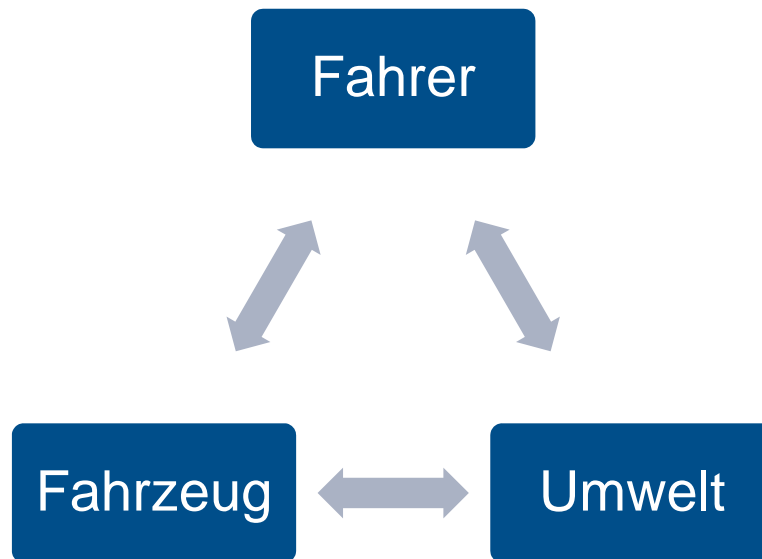
Dynamischer Motorradfahrersimulator (4)

Untersuchungswerkzeug für Fahrzeug-Fahrer Interaktionen

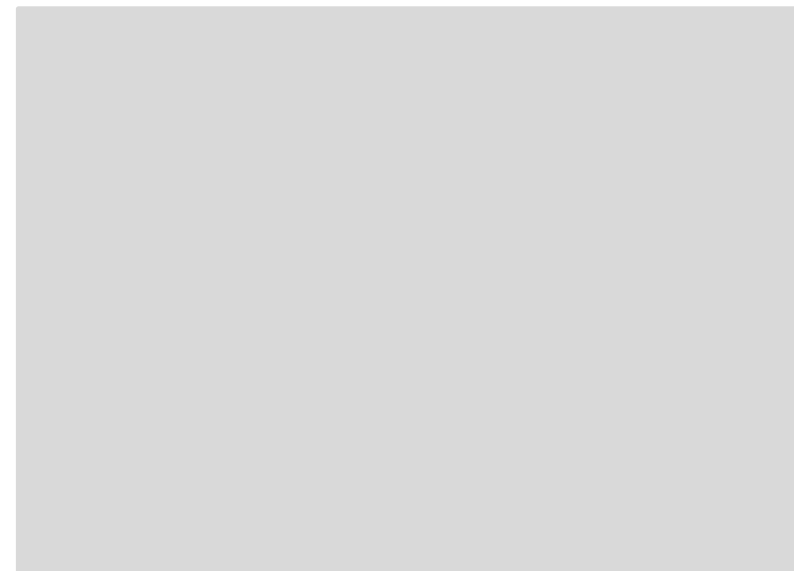
- Maximierung der Immersion/Präsenz zur Steigerung der Vergleichbarkeit mit Realfahrt
- Bewertung von Interaktionen unter realgetreuer Fahrerbeanspruchung



Ist das alles?



Wir sind nicht alleine auf der Straße!

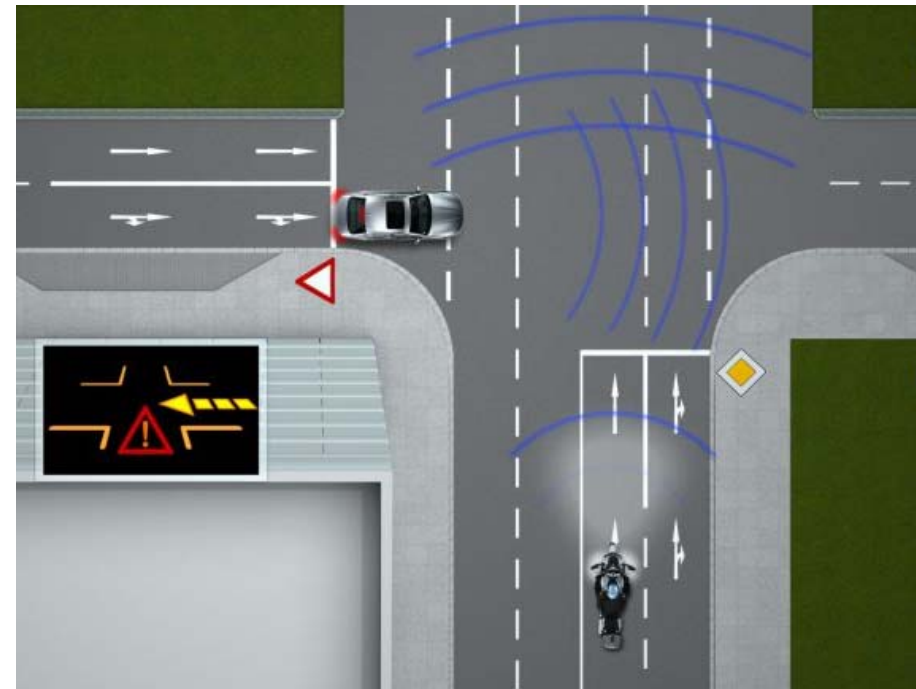


www.vis.bayern.de

Vernetzte Systeme – V2X

Connectivity

- Sicherheit durch Vernetzung
- Herausforderungen:
 - Standards definieren
 - Motorradspezifisches Verhalten (z.B. Staudurchfahrt)
- Ansatz:







www.cmc-info.net

Zusammenfassung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fazit

- Systeme zur Fahrer-“korrektur“ im Einsatz (z.B. Kurven-ABS) 
- Aktive Eingriffe an Fahrwerk und Lenkung sind technisch möglich (z.B. Honda Riding Assist, Yamaha Motobot) 
 - Fahrer muss als Systembestandteil mitbetrachtet werden!
 - Was kann der Fahrer?
 - In welchem Zustand ist der Fahrer?
 - Wie geht der Fahrer mit dem Eingriff um?
- Umfelderkennung unter Rollwinkel als Herausforderung 
- Connectivity als wichtiger Faktor für die aktive Sicherheit 



Kontakt

TU Darmstadt, Fachgebiet Fahrzeugtechnik

Nora Leona Merkel, M.Sc.

Otto-Berndt-Str. 2

64287 Darmstadt

+ 49 6151 16 – 24230

merkel@fzd.tu-darmstadt.de

www.fahrzeugtechnik-darmstadt.de





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FZD
*INNOVATION
DURCH VERSTÄNDNIS*

Verwendete Referenzen



- [1] Hummel, Thomas: Fahrerassistenzsysteme, Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V FS, Fahrzeugsicherheit / Unfallforschung der Versicherer, Jahrgang 03, GDV, Berlin, 2011
- [2] Magiera, N.; Janssen, H.; Heckmann M.; Winner, H.: Ein Ansatz zur Schätzung der Fahrfertigkeiten – Überblick über Methoden und Ergebnisse. 11. Internationale Motorrad Konferenz 2016, Oktober 4-5, Köln, Deutschland 2016.
- [3] Schröter, K.; Wallisch, M.; Vasylyev, O.; Schleiffer, J.-E.; Pleß, R.; Winner, H.; Tani, K.; Fuchs, O.: Update on Brake Steer Torque Optimized Corner Braking of Motorcycles; 9. Internationale Motorradkonferenz des ifz., Köln, 2012
- [4] Deutscher Verkehrssicherheitsrat: Motorradfahren – gut und sicher; Stuttgart, 2008
- [5] Schröter, Kai G.: Brake steer torque optimized corner braking of motorcycles - Bremslenkmomentoptimierte Kurvenbremsung von Motorrädern, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2017